



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ SUSPENSION FOOTBRIDGE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

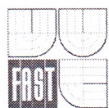
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. JAN ČERNÝ

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. RADIM NEČAS, Ph.D.

BRNO 2013



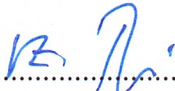
# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

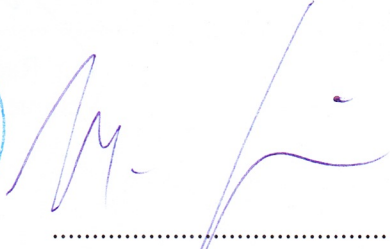
## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Diplomant</b>	Bc. Jan Černý
<b>Název</b>	Visutá lávka pro pěší
<b>Vedoucí diplomové práce</b>	Ing. Radim Nečas, Ph.D.
<b>Datum zadání diplomové práce</b>	31. 3. 2012
<b>Datum odevzdání diplomové práce</b>	11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012

  
.....  
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## Podklady a literatura

Podklady:

Situace, podélný řez překážkou, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN 736201 Projektování mostních objektů.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

## Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Pro zadaný problém navrhnete dvě až tři varianty řešení a zhodnotíte je.

Ve výběru varianty se zaměřte na visutou konstrukci lávky pro pěší.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu proveďte podle mezních stavů včetně řešení vlivu výstavby mostu na jeho návrh.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

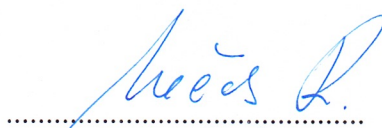
Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užit školní dílo (3x), Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (3x), Popisný soubor závěrečné práce

Diplomová práce bude odevzdána 1x v listinné podobě a 2x v elektronické podobě na CD.

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Radim Nečas, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je návrh visuté lávky. Lávku tvoří visutá konstrukce předpjatého pásu o jednom poli. Mostovka je na okrajích prostě podepřena a je vedena v parabolickém oblouku. Visuté kabely jsou vedeny ve skloněných rovinách. Model podélného směru byl zpracován v programu ANSYS, nelineárním řešením. Model příčného směru v programu SCIA ENGINEER 2011. Návrh je dle příslušných platných norem.

## **Klíčová slova**

visutá lávka, předpjatý pás, visutá lana, beton, výztuž, předpínací výztuž, mostovka, opěry, ANSYS, model, nelineární výpočet, zatížení, postup výstavby, vlastní tvary a frekvence, harmonická analýza

## **Abstract**

The objective of this master's thesis is a design of suspension footbridge. The footbridge is suspended construction of stress ribbon by one span. The brick deck is supported on the edges and it is kept in a parabolic arc. The suspension cables are kept at two inclined levels. The model lengthways is implemented in the program ANSYS, by non-linear solution. The model crosswise is implemented in the program SCIA ENGINEER 2011. The design is according to relevant current standart.

## **Keywords**

suspension footbridge, stress ribon, suspension cables, concrete, reinforcement, prestressing steel, bridge deck, bridge abutments, ANSYS, model, non-linear solution, loads, sequence of construction, natural modes and frequencies, harmic analysis

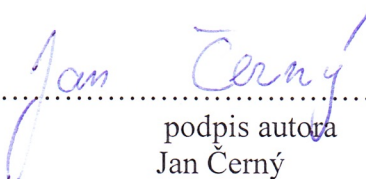
### **Bibliografická citace VŠKP**

ČERNÝ, Jan. *Visutá lávka pro pěší*. Brno, 2012. 29 s., 283 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Radim Nečas, Ph.D..

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11.1.2013

  
.....  
podpis autora  
Jan Černý

## **Poděkování**



Chtěl bych na tomto místě poděkovat mému vedoucímu diplomové práce Ing. Radimu Nečasovi, PhD., za jeho ochotu, odbornou pomoc a cenné rady při zpracovávání mé diplomové práce. Největší poděkování bych chtěl vyjádřit mé rodině a zejména mé přítelkyni, za její podporu a hluboké pochopení při mém vypracovávání diplomové práce.



## Obsah

1	ÚVOD.....	- 10 -
2	PŘÍLOHY.....	- 11 -
2.1	Varianty řešení.....	- 11 -
2.2.1	Varianta 1 .....	- 11 -
2.2.2	Varianta 2 .....	- 11 -
2.2.3	Varianta 3 .....	- 12 -
2.2.	Zhodnocení variant.....	- 12 -
2.3	Výkresy .....	- 12 -
2.4	Stavební postup.....	- 13 -
2.6	Statický výpočet .....	- 13 -
2.6.1	Popis modelu konstrukce.....	- 13 -
2.6.1.1	Model konstrukce v podélném směru .....	- 13 -
2.6.1.2	Model konstrukce v příčném směru.....	- 13 -
2.6.2	Statický výpočet - Geometrie a reálné charakteristiky.....	- 14 -
2.6.3	Statický výpočet – Výstupy z modelů.....	- 14 -
2.6.4	Statický výpočet – Výpočtová část .....	- 14 -
3	SOUHRANNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	- 16 -
3.1	Všeobecná část.....	- 16 -
3.1.1	Identifikační údaje o konstrukci .....	- 16 -
3.1.2	Základní údaje o konstrukci.....	- 16 -
3.2	Lávka a její umístění.....	- 17 -
3.2.1	Účel lávky a požadavky na řešení.....	- 17 -
3.2.2	Převáděná komunikace.....	- 17 -
3.2.2	Přemostěná překážka .....	- 17 -
3.2.3	Uzemní podmínky .....	- 17 -
3.3	Geologické a hydrogeologické poměry .....	- 17 -
3.4	Inženýrské sítě.....	- 18 -
3.5	Popis konstrukce lávky .....	- 18 -
3.5.1	Mostovka .....	- 18 -
3.5.2	Visuté kabely a závěsy .....	- 18 -
3.5.3	Krajní opěry.....	- 19 -
3.6	Zemní práce .....	- 19 -
3.7	Založení.....	- 19 -
3.7.1	Krajní opěry.....	- 19 -



	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b> MASTER'S THESIS:	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b> SUSPENSION FOOTBRIDGE	<b>ČÁST:</b> <b>AUTOR:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b> <b>JAN ČERNÝ</b>

3.8 Vybavení lávky.....	- 19 -
3.8.1 Ložiska.....	- 19 -
3.8.2 Dilatační závěry .....	- 20 -
3.8.3 Izolace.....	- 20 -
3.8.4 Odvodnění.....	- 20 -
3.8.5 Zábradlí.....	- 20 -
3.8.6 Revizní přístupy .....	- 20 -
3.8.7 Terénní úpravy .....	- 20 -
3.8.8 Cizí zařízení .....	- 21 -
3.9 Požadavky na materiál .....	- 21 -
3.9.1 Beton .....	- 21 -
3.9.2 Betonářská výztuž .....	- 21 -
3.9.3 Předpínací výztuž .....	- 21 -
3.9.4 Ocel.....	- 22 -
3.9.5 Izolace.....	- 22 -
3.9.6 Povrchová úprava oceli.....	- 22 -
3.9.7 Povrchová úprava betonu.....	- 22 -
3.10 Přesnost vytyčení.....	- 22 -
3.11 Přesnost provádění.....	- 22 -
3.12 Výstavba.....	- 23 -
3.12.1 Postup a technologie.....	- 23 -
3.12.2 Geotechnické sledování .....	- 23 -
3.12.3 Prohlídky lávky .....	- 23 -
3.12.3 Údržba .....	- 24 -
3.12.4 Související objekty .....	- 24 -
3.13 Zatěžovací zkoušky .....	- 24 -
3.14 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci .....	- 24 -
3.15 Vliv na životní prostředí .....	- 25 -
4 ZÁVĚR.....	- 26 -
5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY .....	- 27 -
6 SEZNAM PŘÍLOH .....	- 29 -

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

# 1 ÚVOD

Cílem této diplomové práce je navržení a posouzení visuté lávky pro pěší a cyklisty. Návrh by měl splnit bezpečnostní a ekonomické požadavky. Z estetického hlediska by měl být návrh zvolen tak, aby se lávka svými rozměry a vzhledem co nejvíce začlenila do okolního terénu a krajiny.

Cílem práce je návrh 3 variant lávky a podrobný výpočet jedné zvolené varianty. V rámci posouzení vybrané varianty byl proveden posudek na MSÚ a na MSP mostovky. Byl zpracován model konstrukce v podélním a příčném směru, dále bylo provedeno posouzení krajních opěr a konstrukce byla posouzena z hlediska dynamických účinků.

Diplomová práce se skládá z několika částí. Tyto části jsou popsány níže.

## 2 PŘÍLOHY

### 2.1 Varianty řešení

Na základě zadaného příčného řezu terénu v místě přemostění byly navrženy 3 varianty lávky pro pěší a cyklisty. Výchozím požadavkem byl požadavek na bezpečnost, dalšími aspekty návrhu bylo estetické a finanční hledisko. Z estetického hlediska je důležité, aby všechny varianty měly jemný lidský rozměr a výrazným způsobem nezasahovaly do vzhledu okolní krajiny.

Stručný popis jednotlivých variant je proveden v následujících kapitolách textové části. Výkresová dokumentace k jednotlivým zvoleným variantám řešení je v příloze B1 STUDIE LÁVKY.

#### 2.2.1 Varianta 1

První varianta je tvořena visutou konstrukcí předpjatého pásu o jednom poli. Mostovka, která je tvořena předpjatým pásem, je na okrajích prostě podepřená, dále je prostřednictvím skloněných závěsů zavěšena na visutém laně.

Visuté kabely, které jsou vedeny ve dvou skloněných rovinách, jsou kotveny na okrajích mostu do kotevních stěn. Visuté kabely začínají a končí 2 m od začátku resp. konce mostovky. Uprostřed rozpětí je kabel spojen s mostovkou z důvodu zajištění vyšší tuhosti.

Mostovka je sestavena z prefabrikovaných segmentů dvoutrámového průřezu o délkách 3 m a celkové šířce 4,7 m, každý segment je na svých okrajích v místě napojení závěsů ztužen příčníky. Mostovka je vedena v parabolickém zakružovacím oblouku, kdy jsou dodrženy podmínky pro maximální a minimální podélný sklon, tj.  $s_{\max} = 8\%$  a  $s_{\min} = 0,5\%$ .

Závěsy jsou kloubově spojeny s kotevními plechy, které jsou přivařeny k vnější trubce visutého kabelu (nahore) a ke kotevním plechům, které jsou kotveny v mostovce (dole).


Kotevní stěny tvoří s úložným prahem integrovaný opěrný systém.

#### 2.2.2 Varianta 2

Druhá varianta je tvořena obloukovou konstrukcí o jednom poli. Lávku tvoří předpjatý pás zavěšený na dvou skloněných obloucích. Mostovka je na okrajích prostě podepřená, dále je prostřednictvím skloněných závěsů zavěšena na 2 skloněných obloucích.

Oblouky jsou tvořeny spřaženou ocelo-betonovou kruhovou konstrukcí a jsou vedeny ve dvou skloněných rovinách. Oblouky jsou vetknuty do základových patek a jsou vzájemně spojeny v místě, kde oblouky kříží mostovku, příčníkem.

Celá konstrukce je navržena jako samokotvená. To znamená, že základ oblouku je spojen se základem visutého pásu tlačnou vzpěrrou. Základová půda je tak namáhána pouze svislými

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

silami.

Mostovka je sestavena z prefabrikovaných segmentů dvoutrámového průřezu o délkách 3 m a celkové šířce 4,7 m, každý segment je na svých okrajích v místě napojení závěsů ztužen příčníky. Mostovka je vedena v parabolickém zakružovacím oblouku, kdy jsou dodrženy podmínky pro maximální a minimální podélný sklon, tj.  $s_{\max} = 8\%$  a  $s_{\min} = 0,5\%$ .

Závěsy jsou kloubově spojeny s kotevními plechy, které jsou přivařeny k ocelové trubce oblouku (nahore) a ke kotevním plechům, které jsou kotveny v mostovce (dole).

### 2.2.3 Varianta 3

Třetí varianta je tvořena konstrukcí zavěšeného předpjatého pásu o jednom poli. Mostovka je prostě podepřená na okrajích na opěrách a dále je po vzdálenostech  $x = 3$  m podpírána závěsy, které jsou kotveny v horní části betonového pylonu. Betonový pylon je navržen uprostřed rozpětí lávky, z jeho horní části vystupují symetrické dvojice závěsů na levou a pravou stranu. Aby nebyl pylon namáhán ohybovým momentem od vlastní tíhy, je třeba navrhnout sílu  $H_L = H_P$ . Tedy rovnost vodorovných sil vlevo a vpravo od pylonu.

Pylon je navržen ve tvaru písmene A, je tvořen dvěma stojkami vetknutými do základů, tyto stojky jsou ve vrcholu spojeny ocelovým příčníkem.

Mostovka je sestavena z prefabrikovaných segmentů dvoutrámového průřezu o délkách 3 m a celkové šířce 4,7 m, každý segment je na svých okrajích v místě napojení závěsů ztužen příčníky. Mostovka je vedena v parabolickém zakružovacím oblouku, kdy jsou dodrženy podmínky pro maximální a minimální podélný sklon, tj.  $s_{\max} = 8\%$  a  $s_{\min} = 0,5\%$ .


Závěsy jsou kloubově spojeny s kotevními plechy, které jsou kotveny v mostovce (dole) a nahore jsou kotveny v horní části betonového pylonu.

## 2.2. Zhodnocení variant

Zhodnocení variant lze provést z několika různých hledisek. Mým názorem je, že konstrukce mostů, nebo lávek pro pěší, kdy tyto konstrukce slouží více než 100 let, by měly být navrhovány z hlediska finančního, ale neméně tak z hlediska estetického. Dle mého názoru by měl být statický systém návrhu „čistý“, ale i „krásný“. Stavba by dále měla mít lidský rozměr a neměla by výrazně narušovat vzhled okolní krajiny. Z výše uvedených důvodů byla k detailnímu zpracování zvolena varianta číslo 1, tedy konstrukce visuté lávky.

## 2.3 Výkresy

Ve výkresové dokumentaci jsou výkresy Přehledné a Podrobné. Výkresová dokumentace je v části B2 PŘEHLEDNÉ VÝKRESY a v části B3 PODROBNÉ VÝKRESY.

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

Rozsah výkresové dokumentace byl zadán vedoucím diplomové práce.

## 2.4 Stavební postup

Stavební postup je znázorněn v části B5 POSTUP VÝSTAVBY. Ve výkresu stavebního postupu jsou zobrazeny jednotlivé kroky výstavby lávky. Slovní popis je dále uveden v části B4a POPIS MODELU.

## 2.5 Vizualizace

Ve vizualizaci jsou zobrazeny pohledy na visutou lávku. Vizualizace je provedena v programu Rhinoceros 4.0., viz příloha B6 VIZUALIZACE.

## 2.6 Statický výpočet

Statický výpočet je z důvodu větší přehlednosti rozdělen do několika částí. Jedná se o části: B4a POPIS MODELU KONSTRUKCE, B4b GEOMETRIE A REÁLNÉ CHARAKTERISTIKY MODELU, B4c VÝSTUPY Z MODELŮ a B4d STATICKÝ VÝPOČET. Popis je proveden níže.

### 2.6.1 Popis modelu konstrukce

V této části statického výpočtu je podrobně popsán model konstrukce v podélném směru, který byl vytvořen v programu ANSYS a dále model konstrukce v příčném směru, který byl proveden v programu SCIA ENGINEER 2011. Dále je v této části popsán model segmentu v době montáže, jsou popsány jednotlivé zatěžovací stavy, včetně vztahů pro jejich určení. Jsou také popsány pravidla pro kombinace. Dále jsou uvedeny vztahy pro určení krytí. A popis posouzení krajních kotevních stěn.

#### 2.6.1.1 Model konstrukce v podélném směru

V části B4a POPIS MODELU KONSTRUKCE pro podélný směr je uveden podrobný popis všech kroků a úkonů při tvorbě modelu. Jsou také uvedeny rozdíly modelování konstrukce v jednotlivých fázích výstavby. Dále je popsán postup výpočtu geometrie konstrukce, včetně rovnic pro výpočet. Jsou podrobně rozepsány prvky modelu, jejich materiálové a reálné charakteristiky a rovnice a vztahy potřebné pro jejich určení.

#### 2.6.1.2 Model konstrukce v příčném směru

Podobně jako u výše popsaného modelu podélného směru, je v části B4a POPIS MODELU KONSTRUKCE uveden podrobný popis všech kroků při tvorbě modelu v příčném směru, včetně popisu zatížení.

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

## 2.6.2 Statický výpočet - Geometrie a reálné charakteristiky

V této části statického výpočtu je uvedena geometrie celého modelu. U geometrie se jedná o souřadnice  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , a u některých bodů také pootočení kolem příslušných os. Je uvedena geometrie všech bodů modelu před iterací a výsledná geometrie po iteraci.

Dále jsou uvedeny reálné charakteristiky visutých lan a závěsů, z důvodu většího rozsahu těchto charakteristik, nebyly uvedeny v části popisu modelu, jako je tomu u ostatních prvků modelu. Jsou uvedeny hodnoty reálných charakteristik pro 1. krok výpočtu (ruční výpočet) a reálné charakteristiky po ukončení iterace.

## 2.6.3 Statický výpočet – Výstupy z modelů

V této části statického výpočtu jsou zobrazeny vnitřní síly z modelů konstrukce (podélný a příčný směr). Dále jsou uvedeny výstupy z modelu kotevní stěny a výstupy z modální analýzy a harmonické odezvy konstrukce.

## 2.6.4 Statický výpočet – Výpočtová část

Ve výpočtové části se nachází výpočet 1. kroku iterace (tj. výpočet síly a přetvoření ve visutých lanech, síla a přetvoření závěsů), návrh předpětí, ruční kontrola modelu podélného směru z programu ANSYS, výpočet zatížení (stálé i proměnné), dále posudky na MSÚ a MSP. Posudky na MSÚ a MSP jsou uvažovány s určitými zjednodušeními, tj. nejsou posouzeny zcela všechny prvky a části konstrukce lávky. Toto omezení bylo zvoleno z důvodu omezení rozsahu diplomové práce.

Výpočtová část je rozdělena do několika kapitol, jejich výčet a stručný popis je proveden níže:

- 1) Geometrie  
Znázornění základní geometrie modelu.
- 2) Zatížení  
Výpočet zatížení od vlastní tíhy, ostatního stálého zatížení, proměnné zatížení – dopravou, proměnné zatížení – teplotou.
- 3) Kontrola výpočetního modelu  
Ruční kontrola výpočetního modelu programu ANSYS, je zkontrolována celková svislá reakce a podélný ohybový moment  $M_y$  na segmentu.
- 4) Materiály  
Výpočet a stanovení materiálových charakteristik jednotlivých částí konstrukce lávky, tj. beton segmentů a dobetonávky, visutá lana, závěsy, předpínací lana mostovky.
- 5) Výpočet 1. kroku  
Výpočet 1. kroku iterace (tj. výpočet síly a přetvoření ve visutých lanech, síla a přetvoření závěsů)
- 6) Výpočet předpětí  
Ze zvolené podmínky na tlakovou rezervu v mostovce byla určena předpínací síla, plocha předpínacích lan a jejich přetvoření.

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

- 7) Zatěžovací stavy  
Přehledné uvedení jednotlivých uvažovaných zatěžovacích stavů.
- 8) Kombinace  
Hodnoty jednotlivých uvažovaných kombinací pro posuzované prvky a uvažované řezy na konstrukci. Byla použita kombinační pravidla dle platných norem.
- 9) Dimenzování - MSÚ  
Pro posudek na MSÚ byla posouzena visutá lana, závěsy a mostovka na ohybový moment  $M_y$  a posouvající sílu  $V_z$ . Všechny posudky na MSÚ byly provedeny pro čas  $t_\infty$ .
- 10) Dimenzování – MSP čas  $t_0$   
Pro MSP čas  $t_0$  bylo provedeno ověření na část Omezení napětí pro mostovku a to pro charakteristickou, častou a kvazistálou kombinaci.
- 11) Dimenzování – MSP čas  $t_\infty$   
Pro MSP čas  $t_\infty$  bylo provedeno ověření na část Omezení napětí pro mostovku a to pro charakteristickou, častou a kvazistálou kombinaci.
- 12) Zatížení příčného směru  
Dle pokynů pro vypracování diplomové práce byl dále zpracován model pro příčný směr mostovky. Bylo určeno zatížení pro příčný směr: Stálé – vlastní tíha, stálé – ostatní stálé, proměnné – dopravou lidmi.
- 13) Výstupy z programu příčného směru  
Dle kombinačních pravidel byly určeny vnitřní síly pro dimenzování příčného směru.
- 14) MSÚ – ohyb příčný směr  
Konstrukce byla posouzena na ohybový moment v příčném směru.
- 15) MSÚ – smyk příčný směr  
Konstrukce byla posouzena na posouvající sílu v příčném směru.
- 16) Posouzení opěry  
Dle pokynů pro vypracování byla zjednodušeně posouzena kotevní stěna pro kotvení visutých kabelů.
- 17) Modální analýza  
Při modální analýze byly zjištěny vlastní frekvence a vlastní tvary konstrukce. Výpočet je nutné provádět lineárně (vypnutí velkých deformací). Na konstrukci se dále nesmí nacházet žádné zatížení, případné uvažování zatížení je třeba převést na vlastní tíhu konstrukce.  
Bylo zjištěno 20 vlastních frekvencí a tvarů.
- 18) Harmonická odezva  
Mostovka byla buzena silou  $F_0 = 180 \text{ N}$  s amplitudou  $F_y = F_0 * \sin(\omega * t)$ . Působíště síly bylo zvoleno tak, aby odpovídalo místům s největší deformací z modální analýzy.  
Tlumení konstrukce bylo zvoleno  $\xi = 0,008$ .  
Síla byla umístěna postupně do všech zvolených uzlů (4) a byla posouzena hodnota maximálního zrychlení v porovnání s hodnotou limitní.



## 3 SOUHRANNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA


### 3.1 Všeobecná část

#### 3.1.1 Identifikační údaje o konstrukci

Stavba :	Lávka v intravilánu
Objekt :	SO 201
Název mostu :	Lávka tvořená visutým předpjatým pásem
Kraj :	Jihomoravský
Katastrální území :	Brno - Lesná
Obec :	Brno
Okres :	Brno - město
Investor :	Statutární město Brno, část Brno - Sever
Uvažovaný správce mostu :	Statutární město Brno, část Brno - Sever
Projektant :	Bc. Jan Černý Dolní Loučky 335, 594 55
Úhel křížení:	$\alpha = 100,0000^\circ$
Volná výška pod mostem :	$h = 12,12 \text{ m}$

#### 3.1.2 Základní údaje o konstrukci

Délka přemostění :	93 m
Délka mostu :	106,2 m
Šikmost mostu :	kolmý, $\alpha = 100,0000^\circ$
Šířka mostovky :	4,70 m
Užitná šířka mostovky :	3,655 m
Výška mostu :	14,588 m
Stavební výška :	0,490 m
Plocha mostu :	$93 * 3,655 = 339,92 \text{ m}^2$ (délka nosné konstrukce vynásobená užitnou šířkou)

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b> MASTER'S THESIS:	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b> SUSPENSION FOOTBRIDGE	<b>ČÁST:</b> <b>AUTOR:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b> <b>JAN ČERNÝ</b>

Zatížení mostu : skupina pozemních komunikací „1“ ve smyslu  
ČSN EN 1991-2

## 3.2 Lávka a její umístění

### 3.2.1 Účel lávky a požadavky na řešení

Účelem lávky je převedení pěší a cyklistické dopravy přes údolí. V současné době je spojení mezi protějšími svahy komplikované.

Výškové a směrové řešení splňuje požadavky na ně kladené. Volná šířka je 3,655 m, což vyhovuje předpokládané intenzitě provozu. Jsou dodržena omezení pro maximální a minimální podélný sklon, tedy 8% a 0,5%.

### 3.2.2 Převáděná komunikace

Převáděnou komunikaci tvoří stezka pro pěší a cyklisty, šířka průchozího prostoru je 3,655 m. Příčný sklon je střechovitý se sklonem 1%, podélný sklon je proměnný, jsou dodržena omezení pro maximální a minimální podélný sklon, viz výše. Půdorysně je trasa vedena v přímé.

Lávka na obou stranách údolí plynule navazuje na stávající komunikaci pomocí nově vystavené části komunikace pro napojení na stávající stav.

Na obou koncích jsou v navazující komunikaci zřízeny ocelové zábrany v podobě sloupků. Tímto je zabráněn vjezd automobilové dopravy na lávku, v případě potřeby vjezdu vozidel integrovaného záchranného systému je možné zábrany dočasně odstranit.

Na účinky vozidel nebyla lávka v rámci diplomové práce posuzována.

### 3.2.2 Přemostěná překážka



Lávka je zbudována z důvodu přemostění údolí.

### 3.2.3 Uzemní podmínky

Stavba lávky se nachází v intravilánu. V katastrálním území Lesná Statutárního města Brna, všechny územně – právní podmínky jsou ujednány.

## 3.3 Geologické a hydrogeologické poměry

Na základě provedených průzkumných vrtů byly zjištěny jednotlivé vrstvy podloží včetně jejich mocnosti.

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b> MASTER'S THESIS:	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b> SUSPENSION FOOTBRIDGE	<b>ČÁST:</b> <b>AUTOR:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b> <b>JAN ČERNÝ</b>

PRV8:

S4 -písek hlinitý mocnost 0,80 m

F6 -jíl se střední plasticitou mocnost 2,50 m

S5 -písek jílovitý mocnost 3,00 m

R4 -skalní hornina s nízkou pevností mocnost min. 8,00 m

Hladina podzemní vody nebyla vrtem zjištěna.

Na základě těchto informací bylo navrženo hlubinné založení pomocí pilot.

### 3.4 Inženýrské sítě

V nejbližším okolí stavby se nenacházejí žádné inženýrské sítě, není tedy třeba provádět žádnou překládku, nebo jiné stavební úpravy.

### 3.5 Popis konstrukce lávky


#### 3.5.1 Mostovka

Mostovka je sestavena z prefabrikovaných segmentů dvoutrámového průřezu ztuženého příčníky. Beton byl pro segmenty zvolen pevnosti C 50/60, a to s ohledem na potřebnou velikost předpínací síly v mostovce a s ohledem na co možná největší odlehčení a pevnost konstrukce. Během montáže je spojení mezi segmenty realizováno pomocí ocelových plechů a čepů, které kloubově spojují jednotlivé segmenty.

Po montáži se spáry mezi segmenty zabetonují, provede se dobetonávka segmentů a konstrukce se předepne. Konstrukci mostovky tedy tvoří spřažený systém prefabrikovaných segmentů a monolitického betonu. Spáry mezi segmenty jsou zcela chráněny monolitickým betonem. Krajiní segmenty jsou speciálního tvaru, jsou zesíleny a jejich krajiní části jsou z monolitického betonu. Předpínací síla je volena, aby v každém zatěžovacím stavu byla minimální tlaková rezerva v mostovce  $\sigma_c \leq -1 \text{ MPa}$ . Z potřebné předpínací síly byla spočítána potřebná plocha předpínacích lan. Výsledkem je 6 kabelů po 6 lanech.

#### 3.5.2 Visuté kabely a závěsy

Visuté kabely, které jsou vedeny ve dvou skloněných rovinách, jsou tvořeny předpínacími lany Y 1860 S7-15,7-A, kotvenými v krajiních kotevních stěnách. Ve stěnách jsou kotveny kotvami, které umožňují napnutí lan. Kabely jsou vedeny v ocelových trubkách, ve kterých jsou zainjektovány. Na tyto ocelové trubky jsou navařeny kotevní plechy, sloužící k napojení

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

závěsů. Pro ztužení konstrukce jsou visuté kabely uprostřed rozpětí konstrukce pevně spojeny s mostovkou.

Půdorysný rozměr délky visutých kabelů je 97 m. Kabely začínají, resp. končí 2 m před, resp. za mostovkou.

Závěsy jsou tvořeny systémem konstrukčních táhel Macalloy M 30 z nerezové oceli S 460. Závěsy jsou připojeny kloubově ke kotevním plechům na ocelové trubce visutých lan a ke kotevním plechům připojených k mostovce. Jsou použity styčnickové plechy systému Macalloy A; GPA 30 s tloušťkou plechu 22 mm.

### 3.5.3 Krajiní opěry

Krajiní opěra je tvořena dvěma kotevními stěnami, ve kterých jsou kotveny visuté kabely. V jejich spodní části se nachází úložný práh a závěrná zídka, je navrženo uložení mostovky posuvné na ložiscích. Založení krajiních opěr je navrženo hlubinné pomocí pilot.

## 3.6 Zemní práce

Z geologického průzkumu vyplývá, že se v místě stavby nenachází ornice, není tedy nutné provádět její skrývku před zahájením stavby.

Výkopy pro základy pod krajiními opěrami budou provedeny jako otevřené stavební jámy se sklonem svahu 1:1. Hrany svahů budou vzdáleny minimálně 600 mm od hrany základů. Zemina bude skladována na meziskládce a po dokončení stavby základů bude použita na opětovné zasypaní.

## 3.7 Založení

Je navrženo hlubinné založení pilotami. Základová spára bude upravena válcováním.


### 3.7.1 Krajiní opěry

Krajiní opěry jsou železobetonové z betonu C 30/37, stupeň vlivu prostředí XC4, XD1, XF2, XA1. Jsou tvořeny dvěma kotevními stěnami, ve kterých jsou kotveny visuté kabely a spodní částí sloužící k podepření mostovky.

## 3.8 Vybavení lávky

### 3.8.1 Ložiska

Na obou koncích mostovky se nachází vždy dvě vodorovná elastomerová ložiska. Ložiska jsou kluzná, jednosměrná (v podélném směru), typ E (skládá se ze dvou částí – vyztužené elastomerové ložisko a tribologický systém plechu z ušlechtilé oceli / silikonové mazivo / PTFE fólie). Ložisko má rozměry 100 \* 150 \* 61 mm. Z horní i dolní části je osazeno do

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

vyztužených nálitků, které zajistí dostatečný prostor mezi NK a úložným prahem.

### 3.8.2 Dilatační závěry

Na konci mostovky jsou osazeny povrchové dilatační závěry typu BRTIFLEX BEJ 10. Tento typ dilatačního závěru umožňuje horizontální posun 100 mm, a vertikální posun  $\pm 15$  mm. V NK lávky a závěrné zídce bude vytvořena kapsa pro zakotvení dilatačního závěru.

### 3.8.3 Izolace

Na horním povrchu mostovky bude provedena izolační stěrka tloušťky 10 mm se zdrsňujícím povrchem.

Izolace spodní stavby, která je pod úrovní terénu, bude ve styku se zemínou a do výšky 0,20 m nad úrovní terénu opatřena izolací proti zemní vlhkosti. Izolaci tvoří penetrační nátěr a 2 x asfaltový nátěr.

### 3.8.4 Odvodnění

Odvodnění je provedeno pomocí povrchových odvodňovačů, odkud bude voda odvedena pomocí PVC trubiček o průměru 50 mm procházejících mostovkou a vyústujících 100 mm pod její spodní plochou. Z důvodu provedení mostovky ve střechovitém sklonu 1,00% bude voda stékat ke kraji mostovky a koběma krajním opěrám. Z tohoto důvodu budou odvodňovače umístěny na krajích mostovky. Vzdálenost odvodňovačů bude 15,00 m.

Odvodnění úložného prahu bude provedeno pomocí žlabu z polyethylenové trubky.

### 3.8.5 Zábradlí

Zábradlí je provedeno po obou stranách mostovky, je ocelové s madly. Celková výška zábradlí je 1 045 mm. Zábradlí je kotveno přímo do nosné konstrukce mostovky pomocí patních desek a kotevních šroubů po vzdálenosti 2,00 m. Výška zábradlí nad úrovní horního pochozího povrchu mostovky je 1,3 m z důvodu převádění cyklistické dopravy.

### 3.8.6 Revizní přístupy

Přístup k ložiskům na krajních opěrách je umožněn bez problémů ze spodní strany konstrukce.

### 3.8.7 Terénní úpravy

V místě krajních opěr budou provedeny svahové kužely, které budou ohumusovány a

zatravněny. Všechny místa dotčená stavbou budou uvedeny do původního stavu.

### 3.8.8 Cizí zařízení

Na lávce se nebudou nacházet žádná cizí zařízení.

## 3.9 Požadavky na materiál

### 3.9.1 Beton

Pro jednotlivé konstrukční části byly stanoveny třídy betonu včetně stupně vlivu prostředí následovně:

Podkladní beton	C12/15 XC2, XA1
Základy	C30/37 XC2, XA1
Opěry	C30/37 XC4, XD1, XF2, XA1
Segmenty	C50/60 XC4, XD2, XF3

### 3.9.2 Betonářská výztuž

Byla zvolena betonářská výztuž B550B. Provedení výztuže bude na základě příslušného výkresu betonářské výztuže. Pro každou část konstrukce je určeno odpovídající krytí betonářské výztuže, na základě stupně vlivu prostředí.

### 3.9.3 Předpínací výztuž

Po provedeném výpočtu potřebné předpínací síly a po zadání a ověření v modelu v programu ANSYS bylo výsledkem 6 kabelů VSL 6-7 0,6'' S 1860 MPa, kabely po 6 lanech Y-1860 S7 – 15,3.

Lana jsou navržena jako nesoudržná výztuž a jsou vedena a zainjektována v kabelových kanálcích z vysokohustotního polyetylenu (HDPE) PE 57 firmy VSL označení PT - PLUS. Kabely jsou navrženy nad horním povrchem segmentů, které jsou spřaženy s horní nadbetonávkou. Kotvení bude provedeno v koncových monolitických částech krajních segmentů v kotvách VSL EC 6-7. Napínání bude provedeno napínacím lisem Typ II (ZPE 12/St 2).

Předpínání a injektáž bude provedena přesně podle platných norem a technologického postupu firmy VSL.

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<small>MASTER'S THESIS:</small>	<small>SUSPENSION FOOTBRIDGE</small>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

### 3.9.4 Ocel

Na použitou ocel nebudou kladeny žádné speciální požadavky.

### 3.9.5 Izolace

U izolace musí být zajištěna její celistvost, odolnost proti mechanickému namáhání, nepropustnost a přilnavost. Musí být zajištěno dokonalé odvodnění. Provádění izolace smí být pouze ve vhodných klimatických podmínkách, které jsou uvedeny v souvisejících technologických předpisech. Povrchy pro provádění izolace musí být řádně očištěny.

### 3.9.6 Povrchová úprava oceli

Všechny ocelové části konstrukce budou opatřeny ochranným protikorozním systémem. Budou metalizovány zinkem a hliníkem a opatřeny reaktivním základním nátěrem a syntetickými vrchními nátěry. Povrchové úpravy musí odpovídat schváleným TKP.

Ocelové části, které nemohou být předem opatřeny ochranným systémem, budou upraveny na stavbě dodatečným nátěrem.

Povrchová úprava všech ocelových částí bude provedena pro stupeň korozní atmosféry C3 a životnost nátěru minimálně 15 let.

### 3.9.7 Povrchová úprava betonu

Plochy betonu budou nad úrovní terénu upraveny antigrafiti nátěrem. Postup dle platného TKP.

## 3.10 Přesnost vytyčení

Vytyčení lávky bude provedeno podrobnými body v souřadnicovém systému S-JTSK. Mezní odchylky musí odpovídat příslušným platným normám a předpisům.

Výškový systém je Balt po vyrovnání (Bpv).

## 3.11 Přesnost provádění

Technologie provádění nevyžaduje žádné netradiční postupy ani speciální mechanizaci. Konstrukce bude prováděna podle platných a doporučených technických norem a předpisů.



	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

## 3.12 Výstavba

### 3.12.1 Postup a technologie

Stavební postup může být rozdělen do několika fází:

**Fáze 1:**

Geodetické práce, přípravné práce a provedení výkopů.

**Fáze 2:**

Provedení hlubinných základů – piloty, betonáž základů.

**Fáze 3:**

Vybetonování krajních opěr s kotevními stěnami a úložným prahem. Osazení ložisek.

**Fáze 4:**

V této fázi se provede osazení visutých lan, dále montážních lan a také osazení středního segmentu, který je pevně spojen s visutými lany.

**Fáze 5:**

Provede se montáž ocelových trubek visutých lan, dále dojde k předepnutí visutých lan na předepsanou hodnotu, poté se ocelové trubky svaří.

**Fáze 6:**

V této fázi se provede montáž segmentů a to symetricky od středu lávky pomocí montážního vozíku. Segmenty jsou mezi sebou kloubově spojeny pomocí čepů kotevních plechů. Dále jsou segmenty zavěšeny na visutá lana prostřednictvím závěsů.

**Fáze 7:**

V této fázi se provede bednění krajních segmentů a instalace předpínacích lan.

**Fáze 8:**

V této fázi dojde ke zmonolitnění spár mezi segmenty, dobetonávce segmentů a zmonolitnění krajních segmentů. Uložení konstrukce na ložiska.

**Fáze 9:**

Předepnutí předpínacích lan mostovky na předepsanou hodnotu.

**Fáze 10:**

Betonáž závěrné zídky, osazení příslušenství lávky, dokončovací práce a uvedení lávky do provozu.

**Fáze 11:**

Provoz lávky, tj. působení nahodilého zatížení, tj. lidmi a teplotními účinky.


Fáze výstavby viz příloha B5 POSTUP VÝSTAVBY.

### 3.12.2 Geotechnické sledování

Sledování vertikálních posunů objektu bude prováděno na nivelačních značkách osazených do konstrukce spodní i vrchní stavby.

### 3.12.3 Prohlídky lávky

Prohlídky je třeba provádět v souladu s platnými technickými předpisy a normami. Prohlídky lávky je povinen zabezpečit správce lávky a to minimálně jednou za rok. První

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

hlavní prohlídka lávky bude provedena ze strany investora, tato prohlídka je nutná pro zahájení trvalého provozu na lávce.

Prohlídky zahrnují sledování spodní a vrchní stavby a to sedání, krycí vrstvu, trhliny, dále stav závěsů, visutých lan a povrch lávky, deformace a opotřebení.

### 3.12.3 Údržba

Údržbu a opravy lávky je povinen zabezpečit správce lávky, včetně úpravy svahů a terénu pod lávkou. Údržba musí být prováděna minimálně jednou ročně. Účelem je zachování konstrukce lávky v řádném technickém a pochozím stavu a to za všech běžných povětrnostních a dopravních podmínek. Dále je nutné zajistit dozor a provádět opatření, které ochrání lávku před případným poškozením. V případě opotřebení, nebo poškození lávky, nebo její části je nutná co nejrychlejší náprava. Tyto opravy nesmí negativně ovlivnit funkci nebo estetický vzhled lávky.

Na lávku nesmí být umístěno žádné zařízení, nebo objekt, který by zvýšil zatížení konstrukce.

### 3.12.4 Související objekty

Se samotnou stavbou lávky souvisejí tyto objekty:

- příprava území dotčeného stavbou lávky
- úprava stávajících komunikací pro pěší a cyklisty včetně vybudování nových částí pro napojení k lávce

## 3.13 Zatěžovací zkoušky



Před uvedením lávky do provozu budou provedeny statické a dynamické zkoušky.

## 3.14 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Pro zajištění bezpečnosti práce je nutno v plném rozsahu respektovat následující předpisy:

- vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích č. 601/2006 Sb.
- ustanovení bezpečnosti práce ze zákoníku práce
- vyhlášku ČÚBP č.42/82

Zhotovitel rozpracuje uvedené předpisy vzhledem pro podmínky daného mostního objektu

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

se zvláštním přihlédnutím k:

- práci ve výškách,
- manipulaci s břemeny.

Všichni pracovníci zhotovitele budou s předpisy prokazatelně seznámeni.

### **3.15 Vliv na životní prostředí**

Samotná stavba a použité materiály nijak neovlivňují ekologické poměry v okolí lávky.

## 4 ZÁVĚR

Úkolem byl návrh 3 variant lávek pro pěší k přemostění překážky. Z navržených 3 variant, tedy visuté konstrukce, obloukové konstrukce a zavěšené konstrukce, byla k podrobnému řešení vybrána varianta visuté konstrukce.

Konstrukce byla v podélném směru řešena jako prostorový rám v programu ANSYS. Řešena byla nelineárním výpočtem. Prvním krokem bylo zjištění výchozího stavu konstrukce. Model konstrukce byl postupně zpřesňován. Na konstrukci ve výsledné geometrii bylo zadáno jednotlivé zatížení a byly určeny vnitřní síly pro kombinace MSÚ a MSP. Pro MSÚ byl posouzen čas  $t_{\infty}$ , pro MSP potom čas  $t_0$  a čas  $t_{\infty}$ . Model s integrovanými opěrami byl po posouzení konstrukce změněn na model s posuvnými krajními opěrami, z důvodu velkého namáhání konstrukce od teploty.

Část konstrukce byla řešena v programu SCIA ENGINEER, tímto modelem byly určeny vnitřní síly v příčném směru. Konstrukce byla zadána jako obecná desko-stěnová. Byl posouzen MSÚ příčného směru.

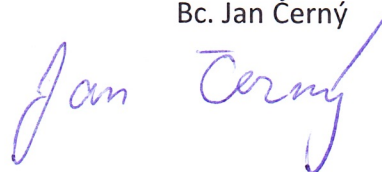
Další částí posudku bylo posouzení kotevní stěny.

V poslední části byla provedena modální analýza konstrukce, kdy byly zjištěny vlastní tvary a frekvence. Byla posouzena harmonická odezva 4 uzlů, kdy byly zjištěny maximální hodnoty zrychlení, které byly posouzeny s hodnotami limitními.

Ve všech uvažovaných posudcích konstrukce vyhověla limitním hodnotám.

V Brně dne 11. 1. 2013

Bc. Jan Černý



## 5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

- [ 1 ] **STRÁSKÝ, J.** *Stress ribbon and cable-supported pedestrian bridges*, Thomas Telford Publishing, 2005
- [ 2 ] **NAVRÁTIL, J.** *Předpjaté betonové konstrukce*, CERM, 2008
- [3] <http://www.freyssinet.cz/228-predpinaci-tyce>
- [4] [http://www.vsl.cz/cs/dw\\_brozury.html](http://www.vsl.cz/cs/dw_brozury.html)
- [5] ČSN EN 1992-1-1
- [6] EN 206-1
- [7] ČSN EN 1991
- [8] BL12:Betónové mosty I. (přednáška), Zatížení mostů dle evropských norem (EN)
- [9] [http://www.tension.cz/download/system\\_konstrukcnich\\_tahel.pdf](http://www.tension.cz/download/system_konstrukcnich_tahel.pdf)
- [ 10 ] **PROCHÁZKA, J., KOHOUTKOVÁ, A., VAŠKOVÁ, J.** *Příklady navrhování betonových konstrukcí 1*, rok 2007
- [ 11 ] **KLUSÁČEK, L., PANÁČEK, J., ŠTĚPÁNEK, P.** *Betonové konstrukce. Předpjatý beton podle ČSN 73 1201*, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 1991
- [12] **STRÁSKÝ, J.** *Betonové mosty*, Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika, Praha, 2011
- [13] **ŠMIŘÁK, S.** *Pružnost a plasticita I*, Vysoké učení technické v Brně, Brno 1995
- [14] **ŠTĚPÁNEK, P. a kol.** *Betonové konstrukce, Prvky betonových konstrukcí, navrhování podle mezních stavů*, Vysoké učení technické v Brně, Brno 1998
- [15] **NAVRÁTIL, J., ZICH, M.** *Předpjatý beton*, průvodce předmětem BL11, modul P01, studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia, <https://intranet.study.fce.vutbr.cz/studium/materialy/opory.asp>, Vysoké učení technické v Brně
- [16] **TERZIJSKI, I.** *Betonové prvky – Modul CM01 Základy navrhování konstrukcí, zatížení, materiály*, CERM, 2005
- [17] **PANÁČEK, J.** *Prvky betonových konstrukcí – Modul CM02 Dimenzování betonových prvků – část 1*, CERM, 2005

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

[18] **STRÁSKÝ, J. NEČAS, R.** *Betonové mosty 1 – Modul M01 Základní principy navrhování*, Brno, 2006

[19] **PANÁČEK, J.** *Betonové mosty 1 – Modul M03 Spodní stavba a příslušenství mostních objektů*, Brno, 2006

[20] **ŠAFÁŘ, R. a kol.** *Betonové mosty 2, Návrh předpjatého mostu podle Eurokódů. Cvičení, České učení technické v Praze, 2009*

[21] **MASOPUST, J., GLISNÍKOVÁ, V.** *Zakládání staveb, Brno, 2006*

[22] **PROCHÁZKA, J., ŠMEJKAL, J., VÍTEK, J., VAŠKOVÁ, J.** *Navrhování betonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2. Informativní centrum ČKAIT, 2010*

[23] **HOLICKÝ, M., MARKOVÁ, J., SÝKORA, M.,** *Zatížení stavebních konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1991, Inforamtivní centrum ČKAIT, 2010*

[24] ČSN 736201

[25] ČSN EN 1990

[26] ČSN EN 1992-2

[27] <http://www.cadforum.cz/cadforum/download.asp>

### **Použitý software:**

**ANSYS, rel. 11.0.**

**SCIA ENGINEER 2011**

**Rhinoceros 4.0**

	<b>VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ</b>		<b>FAKULTA STAVEBNÍ ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ</b>
<b>DIPLOMOVÁ PRÁCE:</b>	<b>VISUTÁ LÁVKA PRO PĚŠÍ</b>	<b>ČÁST:</b>	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>
<b>MASTER'S THESIS:</b>	<b>SUSPENSION FOOTBRIDGE</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>JAN ČERNÝ</b>

## 6 SEZNAM PŘÍLOH

- B1 STUDIE LÁVKY
- B2 PŘEHLEDNÉ VÝKRESY
- B3 PODROBNÉ VÝKRESY
- B4 STATICKÝ VÝPOČET
- B5 POSTUP VÝSTAVBY
- B6 VIZUALIZACE